

УДК 621.45.00.11 : 629.7.018.3-752

С. А. Ильинский, С. В. Редькин

ПОДСИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ АКУСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ

Для оценки характеристик ГТД на соответствие международным нормам ИКАО и ГОСТа по шумности проводятся акустические испытания, в процессе которых снимаются акустические характеристики двигателя по всем режимам работы и направлениям.

Довольно большой объем получаемой при этом информации, а также значительное расширение работ в данной области обусловили необходимость автоматизации процесса обработки результатов акустических испытаний и привели к созданию системы, изображенной на рис. 1.

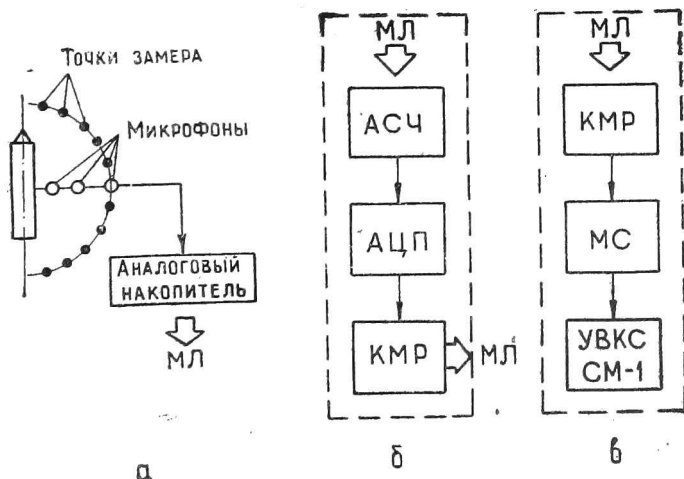


Рис. 1. Система обработки результатов акустических испытаний авиадвигателей

Система состоит из трех подсистем:

— подсистемы записи аналогового шума на магнитную ленту на открытом стенде в процессе испытания ГТД (рис. 1, а);

— подсистемы аналоговой обработки на базе третьоктавно-частотного анализатора спектра (АСЧ), аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и кодового магнитного регистратора (КМР) (рис. 1, б);

— подсистемы цифровой обработки, состоящей из устройства воспроизведения кодовой информации (КМР «Спектр А2») и специализированного вычислительного комплекса (УВКС) на базе мини-ЭВМ СМ-1 (рис. 1, в).

Система функционирует следующим образом. Шум от двигателя, работающего на открытом стенде, записывается с помощью микрофонов на магнитную ленту (МЛ) в точках, указанных на рис. 1, а. Лента после испытания поступает в подсистему аналоговой обработки, где осуществляется предварительная оценка информации, выбор наиболее важных участков и разбиение аналогового шума на третьоктавные полосы. После аналого-цифрового преобразования интенсивности шума в каждом частотном диапазоне komponуются в кадры информации по временным сечениям, объединяются в зоны, соответствующие каждой исследуемой точке, и фиксируются в десятично-двоичном коде на цифровой магнитной ленте. МЛ поступает в подсистему цифровой обработки, где мини-ЭВМ осуществляет оперативное управление кодовым магнитным регистратором, прием, преобразование кодов, считанных с магнитной ленты, и осреднение значений интенсивности шума по каждому частотному диапазону.

В процессе обработки на печать выдаются данные, позволяющие оперативно оценивать качество и правильность регистрации и предварительного отбора информации в подсистеме аналоговой обработки, качество магнитной ленты и отсутствие дефектов в работе модуля связи (МС). Оценка качества производится по эталонным калибровочным уровням, количеству сбоев при приеме и т. д. В процессе приема информации проводится отбраковка сбоев, выходящих за пределы диапазона по уровню шума.

По окончании приема рассчитывается, формируется и печатается таблица направлений (осредненные за время регистрации уровни шума по различным направлениям и по стандартным диапазонам частот). Уровни шума приводятся к стандартным атмосферным условиям, вычисляется матрица шума и эффективный уровень воспринимаемого шума, который ожидается при эксплуатации данного двигателя на самолете.

При создании подсистемы цифровой обработки критерием являлось требование эффективно решать задачи данного клас-

са, имея значительные резервы роста объема расчетов при невысокой стоимости вычислительного комплекса.

Базовая ЭВМ для подсистемы выбиралась с учетом следующих особенностей вычислительного процесса.

Во-первых, общий объем перерабатываемой информации достигает 5 Мбайт на фильм. Поэтому процессор должен иметь достаточную производительность, чтобы не применять дорогого ОЗУ большой емкости, а обеспечить предварительную обработку данных в темпе приема. Этот темп определяется магнитным регистратором, задающим частоту выдачи данных в вычислительный комплекс (2—16 кГц).

Во-вторых, предварительная обработка включает в себя преимущественно короткие действия — сложения, сдвиги, логические операции. Такие операции достаточно быстро выполняют мини-ЭВМ, в частности СМ-1, имеющие приемлемое отношение «производительность/цена».

Возможность применения СМ-1 в подсистеме цифровой обработки подтвердила оценка ее производительности по заданному классу задач.

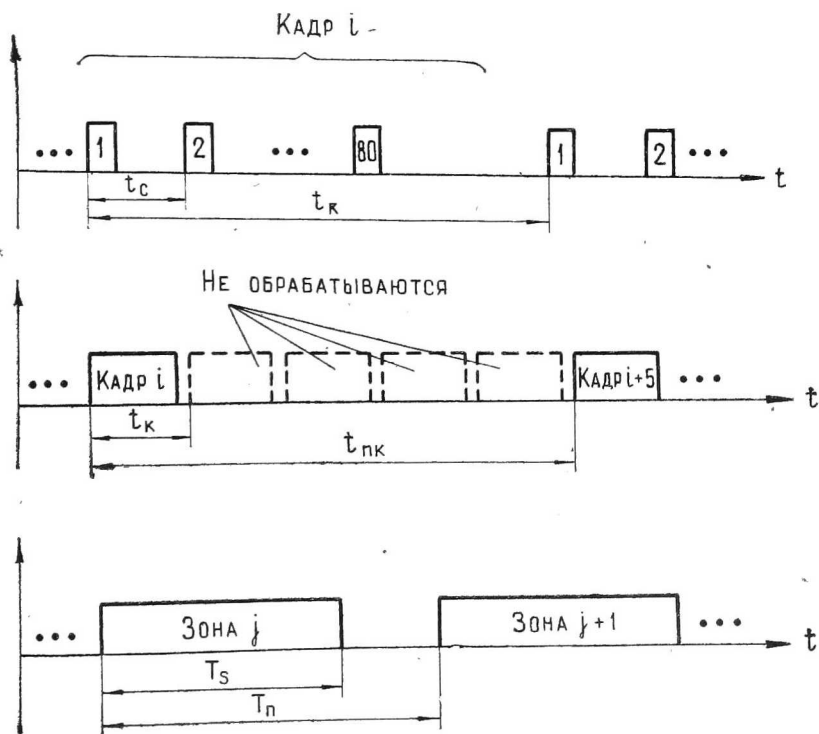


Рис. 2. Временные характеристики процесса считывания данных с МЛ

При этом рассматривалась структура записей на магнитной ленте и основные временные характеристики процесса ввода

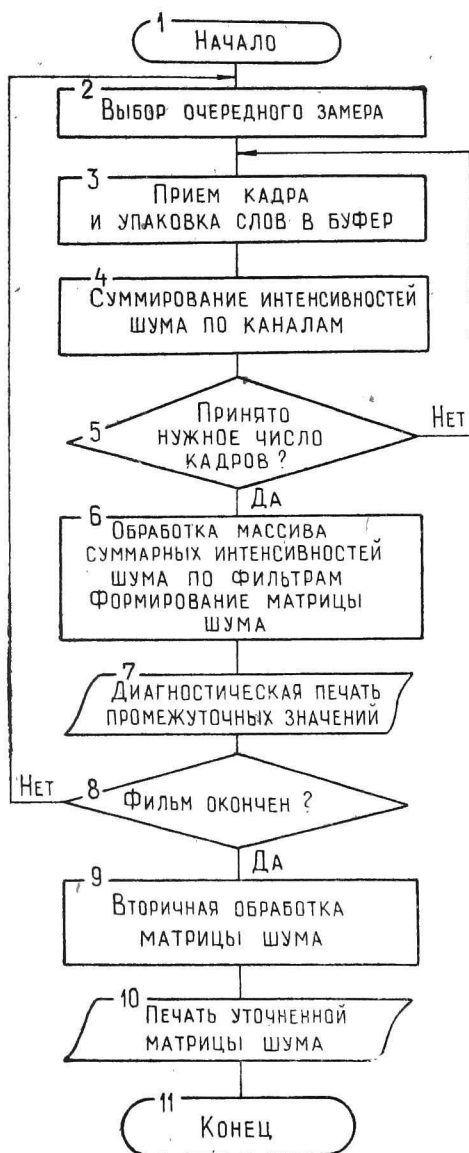


Рис. 3. Укрупненная блок-схема алгоритма обработки

данных (рис. 2): частота ввода слов в процессор, частота полезных кадров, длительность выдачи информации об одной зоне и т. д., по которым были определены наиболее нагруженные ветви алгоритма (блоки 3 и 4 укрупненной блок-схемы на рис. 3). Детализировав каждую ветвь и составив фрагменты программ на мнемокоде СМ-1, удалось оценить фактическую длительность их выполнения и подсчитать коэффициент загрузки процессора, который при частоте ввода данных 16 кГц составляет около 90%. При этом основное ОЗУ СМ-1, хранящее команды программы и числовую информацию, используется не более чем на 80%.

Знакопечатающее устройство для вычислительного комплекса выбиралось с учетом возможности подключения его к сопряжению 2К, высокой надежности и достаточной производительности при умеренной стоимости. Этим требованиям удовлетворило устройство последовательной печати на базе знаковсинтезирующего матричного механизма *DZM-180*.

Из упомянутых выше модулей и аппаратуры, необходимой для отладки программ и длительного хранения наборов данных, был сформирован вычислительный комплекс, в состав которого входят следующие устройства:

- процессор СМ-1П А131-10 с ОЗУ А211-15 емкостью 16К 16-разрядных слов;

- устройство внешней памяти на магнитных дисках ИЗОТ 1370 А322-3/2;

- устройство ввода с перфоленты А411-4;

- устройство вывода на перфоленту А421-2;

- устройство последовательной печати А521-7;

- алфавитно-цифровой дисплей ДМ-2000 А544-2.

В состав комплекса включен также модуль связи — нестандартный блок, специально разработанный для подсистемы цифровой обработки. Он необходим, поскольку прямой обмен данными и управляющими сигналами между процессором СМ-1П и КМР невозможен из-за логической и информационной несовместимости этих устройств.

Модуль стыкуется с процессором через дуплексный регистр А491-3М и обеспечивает:

- дистанционное управление КМР как в автономном режиме, так и в режиме взаимодействия с процессором во время работы программы;

- прием из КМР, преобразование и передачу в процессор информации и управляющих сигналов, считанных с магнитной ленты;

- выделение из массива данных номера зоны и отображение его на индикационном табло;

- формирование и выдачу на табло текущего времени замера.

Модуль выполнен в виде автономного конструктивно законченного устройства, в котором имеются разъемы и конструктивные места для подключения блоков, находящихся в стадии разработки и предназначенных для обеспечения расширения возможностей подсистемы цифровой обработки.

Основные эксплуатационные характеристики подсистемы:

- невысокая стоимость (около 50 тыс. руб.);
- довольно высокая эффективность обработки акустической информации (производительность комплекса в 4 раза выше, чем универсальной ЭВМ, использовавшейся ранее для этих целей);
- увеличенный объем перерабатываемой информации (при двухсенной работе эта величина может возрасти на порядок по сравнению с существующим объемом обработки);
- минимальное количество обслуживающего персонала;
- отпускная стоимость машино-часа работы УВКС — 6 руб.;
- максимальная потребляемая мощность — до 4 кВт;
- площадь, занимаемая комплексом — 20 м²;
- годовая экономия только от замены универсальной ЭВМ на УВКС составила 44 тыс. руб.;
- срок окупаемости подсистемы с момента нормальной эксплуатации — не более полгода.

В настоящее время проводится доработка подсистемы с целью обеспечения обмена данными с магнитным регистратором типа «ЭРА», что позволит использовать подсистему для обработки результатов акустических испытаний ГТД, полученных на переменных режимах работы двигателя, для узкополосного анализа шума, для следящего анализа и решения других задач данного класса.

УДК 621.45.00.11 : 534.83

А. В. Генералов, И. С. Загузов

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ АТМОСФЕРЫ НА ЗВУКОВОЕ ПОЛЕ ГТД В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО АКУСТИЧЕСКОГО СТЕНДА

Как показали многочисленные акустические испытания, проведенные в разное время при различных атмосферных условиях в наземных (статических) условиях, когда двигатель и микрофон расположены в относительной близости от поверхности стенда, нестабильность в третьооктавных спектрах шума двигателя может составлять 1—8 дБ, что значительно затрудняет определе-